

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.3.40>

УДК 612.829.34

Тип статьи: Оригинальное исследование / Original article



Особенности постральной регуляции регбистов по данным стабилотрии

Н.Г. Коновалова^{1,2,*}, А.С. Штоль¹

¹ Новокузнецкий филиал-институт ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»
Минобрнауки России, Новокузнецк, Россия

² ФГБУ «Новокузнецкий научно-практический центр медико-социальной экспертизы и реабилитации инвалидов» Минтруда России, Новокузнецк, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: анализ особенностей постральной регуляции юношей, занимающихся регби. **Материал и методы.** 10 кандидатов в мастера спорта по регби выполняли пробы Ромберга и оптокинетическую пробу на компьютерном стабiloграфе «Траст-М Стабило». При обработке результатов учитывали: амплитудные и частотные характеристики, длину, площадь статокинезиограммы, отношение длины к площади; скорость перемещения общего центра давления; работу. Результаты сравнивали с показателями здоровых людей, не занимающихся спортом. **Результаты.** Девиации и площадь статокинезиограммы спортсменов были больше, чем в контрольной группе, длина — меньше, поддержание вертикальной позы требовало меньшей работы. Закрывание глаз сопровождалось увеличением площади статокинезиограммы, скорости миграции общего центра давления и частоты колебаний в сагиттальной плоскости. Зрительные помехи привели к увеличению скорости перемещения общего центра давления, длины статокинезиограммы, среднеквадратичного отклонения, смещению центра давления назад. Изменения в ответ на действие помех в группе спортсменов выражены меньше, чем в контрольной группе. **Выводы.** Спортсмены имеют более совершенную постральную регуляцию, чем просто здоровые люди. Регбисты имеют схожую стратегию отработки возмущающих воздействий.

Ключевые слова: регби, стабилотрия, проба Ромберга, оптокинетическая проба

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Коновалова Н.Г., Штоль А.С. Особенности постральной регуляции регбистов по данным стабилотрии. *Спортивная медицина: наука и практика.* 2020;10(3):40–46. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.3.40>

Поступила в редакцию: 5.08.2020

Принята к публикации: 15.09.2020

Опубликована: 25.11.2020

* Автор, ответственный за переписку

Features of rugby players' postural regulation by stabilometry data

Nina G. Konvalova^{1,2,*}, Alexandr S. Shtol'¹

¹ Novokuznetsk Branch-Institute of Kemerovo State University, Novokuznetsk, Russia

² Novokuznetsk Scientific and Practical Center for Medical and Social Expertise and Rehabilitation of Disabled People, Novokuznetsk, Russia

ABSTRACT

Objective: to analyze the postural regulation of rugby players. **Materials and methods.** 10 rugby players performed Romberg test and optokinetic test on a computer stabilograph "Trust-M Stabilo". Amplitude and frequency characteristics, length, area of statokinesigram, ratio of length to area; speed of center of mass movement and the work have been analyzed. The results were compared with those of healthy people not involved in sports. **Results.** Athletes' deviations and area of the statokinesigram were greater than in the control group, though the length of the statokinesigram was shorter. Maintaining the vertical posture required less work in athletes group. Eyes closing was accompanied by increasing the area of statokinesigram, the speed of center of mass movement, and the frequency of oscillations in sagittal plane. Visual disturbances led to an increase in speed of center of mass movement, in length of statokinesigram, in standard deviation and in shift of center of mass back. The effect of disturbances in athletes' group led to fewer changes than in the control group. **Conclusions.** Postural regulation of athletes proved to be better than that of healthy people who are not involved in sports. All rugby players had a similar strategy for working out disturbances.

Keywords: rugby, stabilometry, Romberg test, optokinetic test

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest.

For citation: Konovalova N.G., Shtol' A.S. Features of rugby players' postural regulation by stabilometry data. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2020;10(3):40–46 (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.3.40>

Received: 5 August 2020

Accepted: 15 September 2020

Published: 25 November 2020

* Corresponding author

1. Введение

Регби — интересная и популярная спортивная игра, она требует мобилизации внимания и сил, полной самоотдачи, что, безусловно, привлекает и воспитывает подростков. В то же время регби — один из наиболее травматичных видов спорта. Хорошая координация движений, умение держать равновесие снижают риск получения травмы.

Стабилограмма дает объективную характеристику постральной регуляции. В последние годы она все чаще используется в спортивной медицине для оценки состояния организма, его готовности к выполнению нагрузки [1–6]. Знание особенностей постральной регуляции юношей, серьезно и успешно занимающихся регби, может оказаться полезным как при спортивном отборе, так и при подготовке спортсменов.

Цель работы: проанализировать особенности постральной регуляции юношей, занимающихся регби.

2. Материал и методы

Постуральную регуляцию 10 юношей 16–18 лет, воспитанников муниципального автономного физкультурно-спортивного учреждения «Спортивная школа олимпийского резерва по регби «Буревестник», кандидатов в мастера спорта, исследовали на базе ФГБУ ННПЦ МСЭ и РИ Минтруда России. Спортсмены выполняли пробы Ромберга и оптокинетическую пробу на компьютерном стабилографе «Траст-М Стабило» производства ООО «Неврокор».

Проба Ромберга заключалась в удержании вертикальной позы на платформе стабилографа в течение 51 секунды с открытыми и с закрытыми глазами. При обработке результатов учитывали следующие показатели: амплитуду (А, мм) и частоту (F, Гц) первого максимума спектра по вертикальной (Z), сагиттальной (Y) и фронтальной (X) составляющим; отношение длины стадокинезиограммы к площади (L/S 1/мм); площадь (S, мм²); скорость (V, мм/с) перемещения общего центра давления (ОЦД); показатель затраченной работы (А, Дж); 60 % мощности спектра по каждой из составляющих (Z, Y, X, Гц); среднее квадратичное отклонение ОЦД (σ) в сагиттальной (Y) и фронтальной (X) плоскостях.

Оптокинетическая проба состояла в удержании вертикальной позы с открытыми глазами в пяти вариантах: глядя на чистый экран — контроль и четыре варианта со зрительными помехами: глядя на экран, по которому перемещаются калиброванные полосы справа налево, слева направо, сверху вниз и снизу вверх. При обработке результатов оптокинетической пробы учитывали

дополнительно длину стадокинезиограммы (L, мм) и положение общего центра давления (ОЦД, мм) относительно сагиттальной и фронтальной осей.

Полученные данные сравнивали с контрольной группой — средними показателями, полученными по результатам обследования в этих же условиях, на этом приборе 60 здоровых испытуемых, не занимавшихся спортом [7].

Статистическую обработку результатов проводили с использованием пакета прикладных программ Statistica (версия 10.0.1011.0 компании StatSoft, Inc, США, лицензионное соглашение № SN AXAAR207P396130FA-0). Статистическую значимость различий при различных вариантах членов одной группы оценивали по критерию Вилкоксона, о значимости различий между группами судили по критерию Манна — Уитни. Различия считали статистически значимыми при достоверности схождения $p < 0,05$.

3. Результаты

Все обследованные легко выполнили пробы. Жалоб на головокружение, беспокойство, страх падения никто не предъявлял. Ни у кого ни в каком варианте исследования не было отмечено раскачивания туловища, попыток сделать шаг, придержать руками за поручни.

Анализ результатов пробы Ромберга показал, что закрытие глаз приводило к увеличению площади миграции ОЦД по опорной плоскости у большинства обследованных. У одного спортсмена закрытие глаз сопровождалось уменьшением площади на треть, у одного — увеличением в пределах 3 %. В среднем коэффициент Ромберга для группы составил 137,25. Следовательно, большинству спортсменов зрительный контроль был необходим для поддержания вертикальной позы.

Сравнение результатов пробы Ромберга спортсменов с контрольной группой (табл. 1) показало, что поддержание вертикальной позы регбистов требовало меньшей работы.

Среднее квадратичное отклонение и площадь стадокинезиограммы спортсменов были больше, чем в контрольной группе, а длина — меньше. В результате отношение длины к площади у них было в несколько раз меньше, чем в контрольной группе. Еще одно значимое отличие регуляции позы спортсменов — высокая частота и малая амплитуда колебаний вертикальной составляющей. Это относится как к первому максимуму, так и к 60 % спектра. Интересно, что по фронтальной и сагиттальной составляющим спектра частота колебаний у спортсменов, напротив, была ниже, чем в контрольной

Таблица 1

Результаты пробы Ромберга подростков, занимающихся регби, в сравнении с контрольной группой [7]

Table 1

The Romberg test, rugby players in comparison with the control group [7]

Амплитуда первого максимума спектра, мм / The first maximum of the spectrum amplitude, mm			L/S, 1/мм / 1/mm	S, мм ² / mm ²	A, Дж / A, J	V, мм/с / mm/s	φ, мм / mm		60% мощности спектра, Гц / 60% spectrum power, Hz			F 1-го максимума спектра, Гц / F 1st spectrum maximum, Hz		
Z	Y	X					Y	X	Z	Y	X	Z	Y	X
Стояние с открытыми глазами, регби / Standing with eyes open, rugby														
0,14 ²	16,72	6,93	7,82 ²	94,43	89,03 ²	10,13	4,44	1,99	5,34 ²	0,11	0,23	3,08 ²	0,03	0,03
Стояние с закрытыми глазами, регби / Standing with eyes closed, rugby														
0,12	17,10	8,68	6,81	123,94 ¹	104,80 ²	11,73 ¹	4,98	2,36	5,35 ²	0,18 ¹	0,17	4,71 ^{1,2}	0,05 ¹	0,02
Стояние с открытыми глазами, контрольная группа / Standing with eyes open, control group														
2,52	13,96	6,31	48,61	62,95	114,16	10,77	3,72	1,69	0,86	0,15	0,25	0,43	0,04	0,06
Стояние с закрытыми глазами, контрольная группа / Standing with eyes closed, control group														
1,21	12,74	6,05	28,59	68,53	135,50	12,84	3,88	1,66	0,81	0,23	0,32	0,64	0,06	0,07

Примечание: ¹ — статистическая значимость сходства стояния с открытыми/закрытыми глазами, $p < 0,05$; ² — статистическая значимость сходства с показателями контрольной группы, $p < 0,05$.

Note: ¹ — reliability of similarity standing with eyes open/closed, $p < 0.05$; ² — reliability of similarity with the indicators of the control group, $p < 0.05$.

группе. Вероятно, для отработки разнообразных помех они используют быстрое малоамплитудное перемещение общего центра масс по вертикали, что дает выигрыш в работе, в то время как перемещение по горизонтали с большей амплитудой и меньшей скоростью приводит к увеличению площади стадокинезиограммы в сравнении с контрольной группой, но не оказывает такого влияния на энерготраты, как подъем и последующее опускание общего центра масс.

Закрывание глаз сопровождалось изменением всех исследованных показателей. Статистически значимыми оказались увеличение площади стадокинезиограммы и скорости миграции центра давления по опорной поверхности. Причем длина стадокинезиограммы увеличилась менее значительно, чем площадь. В результате отношение длины к площади возросло. Поддержание вертикальной позы с закрытыми глазами требовало большей работы, что вполне ожидаемо. Отмечен небольшой, но статистически значимый прирост частоты колебаний в переднезаднем направлении и по вертикали, в то время как частота колебаний во фронтальной плоскости, напротив, стала меньше. Описанные изменения проявились на первом максимуме и отразились на всем спектре.

Анализ результатов оптокинетической пробы показал более равномерное распределение нагрузки между ногами в группе спортсменов, чем в группе контроля. Как видно из таблиц 2 и 3, зрительные помехи привели к увеличению скорости перемещения ОЦД по опорной плоскости и длины стадокинезиограммы, увеличению среднеквадратичного отклонения и смещению центра

давления назад у всех испытуемых. Выраженность изменений зависела от направления движения полос и различалась в разных группах.

Что касается направления колебаний — в контрольном исследовании ось в группе спортсменов была развернута вправо сильнее, чем в группе контроля. Любые помехи приводили к уменьшению ее разворота со сменой направления относительно сагиттальной оси платформы при движении полос в стороны. В группе контроля движение полос в стороны и снизу вверх приводило к увеличению разворота оси, а движение полос сверху вниз сопровождалось сменой направления колебаний относительно сагиттальной оси платформы.

В группе регбистов движение полос в стороны приводило к более заметному увеличению скорости перемещения ОЦД и длины стадокинезиограммы, чем движение в вертикальном направлении, и к небольшому смещению нагрузки в сторону, противоположную движению полос. Наименее выраженную реакцию испытуемые дали на зрительные помехи, бегущие снизу вверх. Миграция центра давления во фронтальной плоскости в этом варианте меньше, чем в контрольном. Движение полос в направлении сверху вниз, напротив, сопровождалось небольшим смещением положения центра масс назад и максимальным увеличением девиаций в сагиттальной плоскости.

В группе контроля наибольшее увеличение скорости перемещения ОЦД и длины стадокинезиограммы наблюдали при движении полос сверху вниз, в этом варианте смещение ОЦД назад было максимальным, как и увеличение девиаций в сагиттальной плоскости.

Таблица 2

Результаты оптокинетической пробы регбистов

Table 2

The optokinetic test, rugby players

L, мм / mm	V, мм/с / mm/s	Среднее направление колебаний, град / Average direction of vibrations, degrees	Среднее положение ОЦД, мм / Average position of the general center of pressure, mm		Девииации ОЦД, мм / The general center of pressure deviation, mm	
			Y	X	Y	X
Контроль / The control						
205,8	10,3	23,8 ²	66,3	5,9	3,5	2,4
Движение полос слева направо / Lanes movement from left to right						
231,9	11,6	-4,5 ²	65,4 ²	4,6	4,7 ¹	1,9
Движение полос справа налево / Lanes movement from right to left						
219,6	11,0	-2,3 ^{1,2}	64,9	7,6	3,9	2,1
Движение полос снизу вверх / Lanes movement upwards						
218,5	10,9	12,8 ²	64,9	7,2	4,1	2,0 ¹
Движение полос сверху вниз / Lanes movement top-down						
212,2	10,6	7,1	60,8 ¹	6,8	4,0 ¹	2,4

Примечание: ¹ — статистическая значимость сходства: контроль / зрительные помехи, $p < 0,05$; ² — статистическая значимость сходства с показателями контрольной группы, $p < 0,05$.

Note: ¹ — reliability of similarity: control / visual interference, $p < 0.05$; ² — reliability of similarity with the indicators of the control group, $p < 0.05$.

Таблица 3

Результаты оптокинетической пробы, группа контроля [7]

Table 3

Optokinetic test results, control group [7]

L, мм / mm	V, мм/с / mm/s	Среднее направление колебаний, град / Average direction of vibrations, degrees	Среднее положение ОЦД, мм / Average position of the general center of pressure, mm		Девииации ОЦД, мм / The general center of pressure deviation, mm	
			Y	X	Y	X
Контроль / The control						
226,2	10,6	5,6	60,6	-11,7	3,0	1,5
Движение полос слева направо / Lanes movement from left to right						
232,7	11,6	12,6	58,6	-10,4	3,5	1,4
Движение полос справа налево / Lanes movement from right to left						
226,2	11,3	12,6	59,6	-11,3	3,2	1,4
Движение полос снизу вверх / Lanes movement upwards						
232,9	11,6	-0,1	60,4	-11,9	3,0	1,5
Движение полос сверху вниз / Lanes movement top-down						
240,3	12,0	4,9	56,7	-11,9	4,8	1,6

4. Обсуждение

Регби — игровой вид спорта, который предусматривает контакты игроков, включая нападения и схватки, захваты и прямые физические контакты,

когда важно удерживать вертикальную позу, продвигаться вперед и оценивать ситуацию. В спортивном успехе наряду с развитием физических качеств спортсменов большую роль играет функциональная

компетентность — владение хорошей устойчивостью и подвижностью во время движений, связанных с игрой [2]. Вероятно, это привело к отмеченным особенностям поддержания вертикальной позы регбистов в нейтральных условиях, при депривации зрения и действию зрительных помех.

Во-первых, их стояние энергетически более экономично: оно требует совершения меньшей работы, чем стояние здоровых нетренированных людей. Во-вторых, отработка возмущающих воздействий реализуется несколько иначе, чем у тех, кто не занимается спортом. Анализ амплитудных и частотных характеристик статокинезиограммы показал большую частоту и меньшую амплитуду спектра по вертикальной оси, причем эта разница очень существенна как по первому максимуму, так и по 60 % спектра. Перемещения во фронтальной и сагиттальной плоскостях в обеих группах существенно не различались, более того, оказалось, что испытуемые, не занимающиеся спортом, перемещают ОЦД в сагиттальной плоскости даже быстрее, чем спортсмены.

Можно допустить, что этот результат связан с небольшим объемом обеих выборок. Но можно и по-другому подойти к этому вопросу: подъем массы требует приложения большей энергии, чем перемещение по горизонтали, параметры которого существенно не различаются в обеих группах. Спортсмены отрабатывают помехи, неизбежные при удержании вертикальной позы, быстрее и экономичнее путем резкого небольшого подъема общего центра масс, но медленнее реагируют на отработку возмущений в горизонтальной плоскости, выигрывая при этом в скорости реакции, устойчивости и в энергетике поддержания позы.

В условиях депривации зрительного анализатора обозначенные различия становятся более заметными: частота перемещений в вертикальной и сагиттальной плоскостях в группе регбистов возрастает, а во фронтальной — падает. В контрольной группе, напротив, падает частота перемещений в вертикальной плоскости, а в сагиттальной и фронтальной — растет. В результате вариант поддержания позы спортсменов при стоянии с закрытыми глазами оказывается энергетически гораздо более выгодным.

Интересно, что механизм подъема общего центра масс в ответ на возмущающие воздействия встречается не только у здоровых, но и у лиц с патологией спинного мозга [8]. Можно предположить, что это — универсальный механизм отработки возмущений при поддержании вертикальной позы в усложненных условиях. В случае патологии он особенно оправдан энергетически, поскольку момент инерции пропорционален квадрату расстояния от точки вращения до общего центра масс. Если после воздействия возмущающей силы общий центр масс занимает более высокое положение, момент инерции возрастает, пропорционально чему уменьшается угловая скорость. В результате система легче

отрабатывает возмущающие воздействия. У спортсменов подъем происходит быстрее и на меньшее расстояние, что дает выигрыш в работе.

Зрение — один из самых значимых сенсорных входов человека. Зрительный анализатор имеет широкие связи с разными отделами мозга, интегрирован в большинство двигательных актов. Значение зрения для поддержания вертикальной позы было доказано в середине прошлого века [9]. Зрительно-вестибулярное взаимодействие очень тесное, основанное на короткой рефлекторной дуге, состоящей всего из трех нейронов, сегодня широко изучается физиологами, психологами и клиницистами [10–12]. Интерес ученых вызывает как влияние афферентации от вестибулярного аппарата на глазодвигатели в условиях реального действия на организм разнонаправленных ускорений, так и влияние афферентации от зрительного анализатора на вестибулярный в условиях покоя.

Когда речь идет о регуляции позы в спорте, важно сохранять устойчивость в условиях действия разнообразных зрительных помех. В наших исследованиях спортсмены быстрее отрабатывали возмущающие воздействия, чем группа контроля, любые помехи приводили к приближению оси колебаний к сагиттальной оси, что, вероятно, повышало устойчивость. Изменения параметров стабиллограммы у спортсменов в одинаковых пробах носили один и тот же характер, что обеспечило статистическую значимость отмеченных изменений даже при небольших абсолютных величинах различий и небольшой группе испытуемых.

В группе здоровых людей, не объединенных конкретным видом двигательной активности, одни и те же зрительные помехи вызвали различные, часто разнонаправленные варианты компенсации. Поэтому изменения как у каждого испытуемого, так и в среднем по группе более заметны, чем у спортсменов, но эти изменения статистически не значимы, невзирая на большую численность контрольной группы по сравнению с группой регбистов.

Специальные исследования [12] доказали, что у людей без патологии вестибулярной системы зрительно-вестибулярное взаимодействие поддается тренировке. В процессе многолетней спортивной подготовки такая тренировка, вероятно, произошла, что привело к формированию экономичных постуральных реакций у юношей, занимающихся регби. Известно [12], что устойчивость к оптокинетическим воздействиям тренируется тяжелее и медленнее, чем к статокинетическим, что мы наблюдаем, сравнивая результаты выполнения регбистами проб Ромберга и оптокинетической.

5. Выводы

Юноши, занимающиеся регби, имеют более совершенную постуральную регуляцию, чем просто здоровые люди. Стабильность их позы меньше зависит от зрительного контроля, что проявляется в относительно высокой устойчивости при стоянии

с закрытыми глазами. Зрительные помехи в виде полос, движущихся в различных направлениях, приводят к меньшим изменениям параметров стабиллограммы, чем аналогичные помехи у здоровых людей, не занимающихся регби.

Вклад авторов:

Коновалова Нина Геннадьевна — проведение стабиллометрии, обработка, анализ результатов, написание текста статьи.

Штоль Александр Сергеевич — работа со спортсменами, описание особенностей регби как вида спорта, участие в анализе полученных результатов и правке готового текста статьи.

Список литературы

1. Henry M., Baudry S. Age-related changes in leg proprioception: implications for postural control. *J Neurophysiol.* 2019;122(2):525–538. <https://doi.org/10.1152/jn.00067.2019>
2. Sibley K.M., Beauchamp M.K., Van Ooteghem K., Paterson M., Wittmeier K.D. Components of Standing Postural Control Evaluated in Pediatric Balance Measures: A Scoping Review. *Arch Phys Med Rehabil.* 2017;98(10):2066–2078. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.02.032>
3. Bednarczuk G., Wiszomirska I., Rutkowska I., Skowronski W.J. Effects of sport on static balance in athletes with visual impairments. *J Sports Med Phys Fitness.* 2019;59(8):1319–1327. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.18.09089-8>
4. Мельников А.А. Сравнение постральной устойчивости у спортсменов с разной направленностью тренировочного процесса. *Физическое воспитание и спортивная тренировка.* 2019;(2):60–71.
5. Арьков В.В., Абрамова Т.Ф., Никитина Т.М., Иванов В.В., Супрун Д.В., Шкурников М.Ю., Тоневицкий А.Г. Сравнительный анализ параметров стабиллометрии у спортсменов разной специализации // *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины.* 2009;147(2):194–196.
6. Новикова Е.С., Чернышева М.Д., Сулимов А.А. Сравнительная характеристика отдельных стабиллометрических показателей у спортсменов в различных видах спорта. *Смоленский медицинский альманах.* 2018;(2):50–515.
7. Коновалова Н.Г., Васильченко Е.М., Ляховецкая В.В., Филатов Е.В. Особенности постральной регуляции человека по результатам стабиллометрического обследования здоровых лиц. В: Смычек В.Б., ред. *Медико-социальная экспертиза и реабилитация: сб. научных статей.* Минск: Энциклопедикс; 2019. Вып. 21; С. 325–329.
8. Коновалова Н.Г., Коновалов В.В. Механизмы восстановления акта стояния у инвалидов с повреждением спинного мозга: обзорная информация. Сер.: *Протезирование и протезостроение.* М.: ЦБНТИ Минсбеса РСФСР; 1990. 28 с.
9. Гурфинкель В.С., Коц Я.М., Шик М.Л. Регуляция позы человека. М.: Наука; 1965. 256 с.
10. Ковалёв А.И., Рогачев А.О., Климова О.А., Гасимов А.Ф. Электрофизиологические показатели восприятия иллюзии движения собственного тела в условиях виртуальной реальности. *Вестник Московского университета. Сер. 14: Психология.* 2020;(2):26–44.
11. Бабияк В.И., Ланцов А.А., Гофман В.Р. Феномены взаимодействия вестибулярного и зрительного анализаторов: влияние вестибулярного аппарата на фиксационную функцию глаз. *Новости оториноларингологии и логопатологии.* 2000;(2):3–16.

Спортсмены, занимающиеся регби, имеют схожую стратегию отработки возмущающих воздействий. Это делает более убедительной версию о том, что наблюдаемые реакции явились результатом многолетней спортивной тренировки.

Authors' contributions:

Nina G. Konvalova — stabilometry holding, processing and analysis of the results, writing the text.

Aleksandr S. Shtol' — working with athletes, describing the features of rugby as a sport, participating in the analysis of results and in editing the finished text.

References

1. Henry M., Baudry S. Age-related changes in leg proprioception: implications for postural control. *J Neurophysiol.* 2019;122(2):525–538. <https://doi.org/10.1152/jn.00067.2019>
2. Sibley K.M., Beauchamp M.K., Van Ooteghem K., Paterson M., Wittmeier K.D. Components of Standing Postural Control Evaluated in Pediatric Balance Measures: A Scoping Review. *Arch Phys Med Rehabil.* 2017;98(10):2066–2078. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.02.032>
3. Bednarczuk G., Wiszomirska I., Rutkowska I., Skowronski W.J. Effects of sport on static balance in athletes with visual impairments. *J Sports Med Phys Fitness.* 2019;59(8):1319–1327. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.18.09089-8>
4. Mel'nikov A.A. Comparison of postural stability in athletes with different directions of the training process. *Fizicheskoe vospitanie i sportivnaya trenirovka = Physical education and sports training.* 2019;(2):60–71 (In Russ.).
5. Ar'kov V.V., Abramova T.F., Nikitina T.M., Ivanov V.V., Suprun D.V., Shkurnikov M.Yu., Tonevitskii A.G. Comparative analysis of stabilometry parameters in athletes of different specialization. *Byulleten' eksperimental'noi biologii i meditsiny = Bulletin of Experimental Biology and Medicine.* 2009;147(2):194–196 (In Russ.).
6. Novikova E.S., Cherny'sheva M.D., Sulimov A.A. Comparative characteristics of individual stabilometric indicators in athletes in various sports. *Smolenskii meditsinskii al'manakh = Smolensk Medical Almanac.* 2018;(2):50–515 (In Russ.).
7. Konvalova N.G., Vasil'chenko E.M., Lyahoveczkaya V.V., Filatov E.V. Peculiarities of postural regulation according to the results of stabilometric examination of healthy persons. In: Smychek V.B., ed. *Medical and social examination and rehabilitation: collection of articles.* Minsk: E'nciklopediks Publ.; 2019. Iss. 21; p. 325–329 (In Russ.).
8. Konvalova N.G., Konvalov V.V. Mechanisms for restoring the act of standing in disabled people with spinal cord injury: overview information. Ser.: *Prosthetics and prosthetics.* Moscow: TzBNTI Minsobesa RSFSR; 1990. 28 p. (In Russ.).
9. Gurfinkel' V.S., Kocz Ya.M., Shik M.L. Regulation of human posture. Moscow: Nauka Publ.; 1965. 256 p. (In Russ.).
10. Kovalyov A.I., Rogachev A.O., Klimova O.A., Gasimov A.F. Electrophysiological indicators of perception of the illusion of movement of one's own body in virtual reality. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 14: Psikhologiya = Moscow University Psychology Bulletin.* 2020;(2):26–44 (In Russ.).
11. Babiyak V.I., Lanczov A.A., Gofman V.R. Phenomena of interaction between the vestibular and visual analyzers: the influence of the vestibular apparatus on the fixation function of the eyes. *Novosti otorinolaringologii i logopatologii [News of otorhinolaryngology and logopathology].* 2000;(2):3–16 (In Russ.).

12. Благинин А.А., Синельников С.Н., Ляшедько С.П., Глушков Р.С. Влияние оптокинетического и статокинетического воздействий на пространственную ориентировку операторов авиационного профиля. Военно-медицинский журнал. 2018;339(2):44–49.

Информация об авторах:

Коновалова Нина Геннадьевна*, д.м.н., профессор кафедры физической культуры и спорта Новокузнецкого филиала-института ФБГОУ ВО «Кемеровский государственный университет» Минобрнауки России; ведущий научный сотрудник отдела медицинской и социально-профессиональной реабилитации ФГБУ «Новокузнецкий научно-практический центр медико-социальной экспертизы и реабилитации инвалидов» Минтруда России, 654000, Россия, Новокузнецк, ул. Алексея Кузнецова, 6. (+7 (960) 919-18-98, konovalovang@yandex.ru)

Штоль Александр Сергеевич, студент факультета физической культуры, естествознания и природопользования Новокузнецкого филиала-института ФБГОУ ВО «Кемеровский государственный университет» Минобрнауки России, 654000, Россия, Новокузнецк, ул. Алексея Кузнецова, 6.

Information about the authors:

Nina G. Konvalova*, M.D., D.Sc. (Medicine), Professor of the Department of Physical Culture and Sports of the Novokuznetsk Branch-Institute of Kemerovo State University; Senior Researcher of the department of medical, social and professional rehabilitation of Novokuznetsk Scientific and Practical Center for Medical and Social Expertise and Rehabilitation of Disabled People, 6, Aleksey Kuznetsov str., Novokuznetsk, 654000, Russia. (+7 (960) 919-18-98, konovalovang@yandex.ru)

Aleksandr S. Shtol', student of Novokuznetsk Branch-Institute of Kemerovo State University, 6, Aleksey Kuznetsov str., Novokuznetsk, 654000, Russia.

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author